饲粮中添加绿狐尾藻对临武鸭生长性能、屠宰性能和免疫器官指数的影响

黄　珂[1, 2]　李丽立[1*]　肖润林[1]　盛良学[1]　王升平[3]　陈清华[2*]　曾冠军[1]

（1.中国科学院亚热带农业生态研究所，亚热带农业生态过程重点实验室，中国科学院亚热带农业生态研究所长沙农业环境观测研究站，长沙 410125；2.湖南农业大学动物科学技术学院，长沙 410128；3.湖南省微生物研究所，长沙 410009)

摘　要：本试验旨在研究饲粮中添加绿狐尾藻对武鸭生长性能、屠宰性能和免疫器官指数的影响，以确定绿狐尾藻在临武鸭饲粮中适宜添加水平。选用 30 日龄健康、体重相近的临武鸭 480 只，随机分为 3 组，每组设 4 个重复，每个重复 40 只。1 组(对照组)饲喂基础饲粮，2 组、3 组分别饲喂含 10%、20%绿狐尾藻的试验饲粮。试验期 28 d。44 和 58 日龄时进行屠宰，测定活体重、屠体率、半净膛率、全净膛率、胸肌率、腿肌率、皮脂率和免疫器官指数。结果表明，1）30~44 日龄和 45~58 日龄，3 组的平均日增重、平均日采食量和料重比与 2 组、对照组相比均显著提高（P<0.05），但 2 组与对照组之间无显著差异（P>0.05）。2)44 和 58 日龄，各组之间活体重、屠体率、半净膛率、全净膛率、腿肌率和皮脂率均无显著差异（P＞0.05），2 组、3 组胸肌率均显著高于对照组（P<0.05）。3）44 日龄，各组之间胸腺指数、脾脏指数和法氏囊指数均无显著差异（P＞0.05）；58 日龄，3 组法氏囊指数显著高于对照组（P＞0.05），3 组脾脏指数显著高于对照组、2 组（P＞0.05），各组之间胸腺指数无显著差异（P＞0.05）。由此可见，临武鸭饲粮中添加 10%的绿狐尾藻，对生长性能、屠宰性能和免疫器官指数无明显影响。

关键词：绿狐尾藻；临武鸭；生长性能；屠宰性能；免疫器官指数

中图分类号：S834

随着养殖业的快速发展，我国饲料资源短缺问题将成为养殖业发展的障碍。因此，根据

收稿日期：2016-10-25

基金项目：国家自然科学青年基金项目（31302003）；国家科技支撑计划项目（2014B14AD14B05）；中科院重点部署项目（KFZD-SW-307）；湖南省战略新兴产业成果转化项目（2015GK1014）；长沙市重点科技项目（K1403031-21）

作者简介：黄　珂（1991—），女，湖南长沙人，硕士研究生，从事单胃动物营养与饲料科学研究。E-mail：729336744@qq.com

*通信作者：李丽立，研究员，硕士生导师，E-mail: lili@isa.ac.cn；陈清华，副教授，硕士生导师，E-mail: chqh314@163. com

不同非常规原料的营养特性和养殖动物生理特点，科学利用新饲料资源是十分必要的。绿狐尾藻(*Myriophyllum quitense*)属小二仙草科(*Haloragidaceae*)狐尾藻属，原产地为南美洲，作为景观植物引入我国已有 200 多年，其具有适应性强、生物量积累快和耐污染能力强等特点，在富营养化水体的生态修复中应用较广[1]。目前，中国科学院亚热带农业生态研究所针对我国农业、农村环境污染实情研发了绿狐尾藻湿地净化系统的核心治污技术，在水体生态治理和资源优化方面取得了一定的成果[2]。绿狐尾藻在富含氮、磷的水体中生长迅速，对环境中氮的吸收能力强，氮吸收量每年可达 1~2 t/hm^2（约相当于 280~560 头猪的年排放量），磷吸收量每年可达 0.18-0.30 t/hm^2[3]。由于绿狐尾藻资源化利用还处于起步阶段，饲料资源化相关文献较少。本试验旨在临武鸭饲粮中添加一定水平的绿狐尾藻，探讨其对临武鸭生长性能、屠宰性能和免疫器官指数的影响，以期为绿狐尾藻饲料资源的开发及其在肉鸭饲粮中的科学合理使用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

绿狐尾藻：由中国科学院亚热带农业生态研究所长沙农业环境观察站开慧基地提供，经检测其主要营养成分见表 1。

表 1　绿狐尾藻主要营养成分（风干基础）

Table 1　Major nutrient composition of *Myriophyllum quitense* (air-dry basis)

项目 Item	代谢能 ME/(MJ/kg)	粗蛋白质 CP/%	粗脂肪 EE/%	粗纤维 CF/%	粗灰分 Ash/%	钙 Ca/%	磷 P/%	蛋氨酸 Met/%	赖氨酸 Lys/%
绿狐尾藻 *Myriophyllum quitense*	13.16	15.40	2.42	13.68	8.32	0.69	0.25	0.32	0.87

1.2 试验设计

选用 30 日龄健康、体重相近的临武鸭 480 只（公母各占 1/2），随机分为 3 组，每组设 4 个重复，每个重复 40 只，各组试验鸭始重差异不显著(P＞0.05)。1 组(对照组)饲喂米-豆粕型基础饲粮，2 组、3 组分别饲喂含 10%、20%绿狐尾藻的试验饲粮。饲粮为参照 NRC(1994)营养需要配制的颗粒状配合饲料，试验饲粮组成及营养水平见表 2。试验期为 28 d，分栏饲养，自由采食。

表 2　试验饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 2　Composition and nutrient levels of experimental diets (air-dry basis)

项目 Items	1 组 Group 1		2 组 Group 2		3 组 Group 3	
	30~44 日龄	45~58 日龄	30~44 日龄	45~58 日龄	30~44 日龄	45~58 日龄

	33 to 44 days of age	45 to 58 days of age	33 to 44 days of age	45 to 58 days of age	33 to 44 days of age	45 to 58 days of age
原料 Ingredients						
玉米 Corn	46.38	52.45	45.87	51.25	46.60	52.50
狐尾藻 *Myriophyllum quitense*			10.00	10.00	20.00	20.00
次粉 Wheat middling	20.00	20.00	10.00	10.00		
豆粕 Soybean meal	20.13	14.75	20.88	16.6	20.32	15.52
菜籽粕 Rapeseed meal	5.00	5.00	4.76	4.65	4.84	4.64
棉籽粕 Cottonseed meal	4.05	4.00	4.05	3.60	3.85	3.63
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	1.76	1.52	1.76	1.62	1.71	1.43
石粉 Limestone	1.15	1.00	1.15	1.00	1.15	1.00
预混料 Premix[1)]	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
食盐 NaCl	0.33	0.23	0.33	0.23	0.33	0.23
DL-蛋氨酸 *DL*-Met	0.20	0.05	0.20	0.05	0.20	0.05
合计 Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels[2)]						
代谢能 ME/(MJ/kg)	14.34	14.42	14.52	14.35	14.24	14.34
粗蛋白质 CP	19.33	17.45	19.61	17.93	19.47	17.67
赖氨酸 Lys	1.06	0.92	1.06	0.92	1.06	0.92
蛋氨酸 Met	0.48	0.41	0.48	0.41	0.48	0.41
钙 Ca	0.91	0.81	0.91	0.81	0.91	0.81
总磷 TP	0.80	0.75	0.80	0.75	0.80	0.75
粗纤维 CF	3.45	3.43	4.35	4.21	6.04	5.97

[1)]预混料为每千克饲粮提供 The premix provided the following per kg of diets：30~44 日龄 30 to 44 days of age，VA 9 600 IU，VD_3 3 200 IU，VE 16 mg，VK_3 1.92 mg，VB_1 1.92 mg，VB_2 6.4 mg，VB_6 2.64 mg，VB_{12} 0.04 mg，VC 300 mg，烟酸 nicotinic acid 4.5 mg，*D*-泛酸 *D*-pantothenic acid 2.4 mg，生物素 biotin 15 mg，叶酸 folic acid 160 mg，氯化胆碱 choline chloride 500 mg，抗氧化剂 antioxidant 100 mg，Cu 8 mg，Mn 50 mg，Fe 70 mg，Zn 75 mg，I 0.55 mg，Se 0.36 mg；45~58 日龄 45 to 58 days of age，VA 5 000 IU，VD_3 360 IU，VE 16 mg，VK_3 4 mg，VB_1 360 mg，VB_1 3.6 mg，VB_2 960 mg，VB_6 6 mg，VB_{12} 3 mg，VC 300 mg，

烟酸 nicotinic acid 6 mg，*D*-泛酸 *D*-pantothenic 1.8 mg，生物素 biotin 12 mg，叶酸 folic acid 150 mg，氯化胆碱 choline chloride 500 mg，抗氧化剂 antioxidant 100 mg，Cu 6.2 mg，Mn 50 mg，Fe 74 mg，Zn 70 mg，I 0.9 mg，Se 0.4 mg。

2)代谢能、氨基酸为计算值，其余为实测值。ME and amino acids were calculated values, while the others were measured values.

1.3 饲养管理

试验在中国科学院亚热带农业生态研究所长沙农业环境观测站金井基地进行。试验采用自由散养，饲喂颗粒饲料。自由饮水与采食（每日 08：00 和 16：00 投料），整个试验期间常规饲养与免疫。

1.4 测定指标

1.4.1 生长性能指标测定

分别于 30、44 和 58 日龄时对试验各组临武鸭称重，统计平均日增重（ADG）、平均日采食量(ADFI)、料重比(F/G)，并逐日记录试验鸭死亡情况。计算公式如下：

平均日增重（g/d）=（初始体重－终末体重）/试验天数；

平均日采食量（g/d）=总采食量/试验天数；

料重比=平均日采食量/平均日增重。

1.4.2 屠宰性能指标测定

试验采样分别在 44 和 58 日龄时进行，每个重复选取体重相近的试验鸭 2 只，供水、禁食 12 h 称重后屠宰，参照杨宁[4]的方法，测定活体重，计算屠体率、半净膛率、全净膛率、胸肌率、腿肌率、皮脂率。计算公式如下：

屠体率（%）=（屠体重/活体重）×100；

半净膛率（%）=（半净膛重/活体重）×100；

全净膛率（%）=（全净膛重/活体重）×100；

胸肌率（%）=（胸肌重/全净膛重）×100；

腿肌率（%）=（腿肌重/全净膛重）×100；

皮脂率（%）=（皮脂重/全净膛重）×100。

1.4.3 免疫器官指数测定

试验鸭屠宰采样后，取其胸腺、脾脏、法氏囊称重，并计算免疫器官指数。计算公式如下：

免疫器官指数＝器官鲜重 / 活体重。

1.5 统计分析

试验数据用 Excel 2013 进行初步处理，用统计分析软件 SPSS 20.0 对数据进行协方差分析[5]，结果用平均值±标准差表示。

2 结 果

2.1 饲粮中添加绿狐尾藻对临武鸭生长性能的影响

由表 3 可知，生长前期（30~44 日龄），3 组的平均日采食量与对照组、2 组相比，分别提高了 13.25%和 10.75%，差异显著（P<0.05），2 组的平均日采食量与对照组差异不显著（P>0.05）；2 组的平均日增重与 3 组、对照组相比，分别提高了 11.35%和 3.98%，差异显著（P<0.05），3 组的平均日增重与对照组差异不显著（P>0.05）；3 组的料重比与 2 组、对照组相比，分别提高了 17.35%和 21.45%，差异显著（P<0.05），2 组的料重比与对照组差异不显著（P>0.05）。

生长后期（45~58 日龄），3 组的平均日采食量与 2 组、对照组相比，分别提高了 10.72%和 12.53%，差异显著（P<0.05），2 组的平均日采食量与对照组差异不显著（P>0.05）；3 组的平均日增重与 2 组、对照组相比，分别降低了 9.09%和 12.65%，差异显著（P<0.05），2 组的平均日增重与对照组差异不显著（P>0.05）；3 组的料重比与 2 组、对照组相比，提高了 21.07%和 27.17%，差异显著（P<0.05），2 组的料重比与对照组差异不显著（P>0.05）。

表 3 饲粮中添加绿狐尾藻对临武鸭生长性能的影响

Table 3 Effects of dietary *Myriophyllum quitense* on growth performance of *Linwu* ducks

项目 Items	30~44 日龄 33 to 44 days of age			45~58 日龄 45 to 58 days of age		
	1 组 Group 1	2 组 Group 2	3 组 Group 3	1 组 Group 1	2 组 Group 2	3 组 Group 3
平均日采食量 ADFI/（g/d）	133.48±2.78[b]	136.50±1.99[b]	151.17±2.80[a]	100.75±2.37[b]	102.39±3.12[b]	113.37±3.40[a]
平均日增重 ADG/（g/d）	38.67±1.48[a]	40.21±2.12[b]	36.11±3.40[a]	28.24±0.13[b]	27.35±0.08[b]	25.07±0.17[a]

料重比 F/G	3.45±0.09[b]	3.40±0.1.88[b]	4.19±0.28[a]	3.57±0.12[b]	3.75±0.14[b]	4.54±0.28[a]

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著（*P*<0.05），相同或无字母表示差异不显著（*P*>0.05）。下表同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference (*P*<0.05), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference (*P*>0.05). The same as below.

2.2 饲粮中添加绿狐尾藻对临武鸭屠宰性能的影响

由表 4 可知，44 日龄，各组之间活体重、屠体率、半净膛率、全净膛率、腿肌率和皮脂率均无显著差异（*P*＞0.05），但 2 组和对照组的屠体率比 3 组分别提高了 5.17%和 2.36%；2 组的胸肌率与 3 组差异不显著（*P*＞0.05），对照组的胸肌率与 2 组、3 组相比降低了 29.25%和 26.98%，差异显著（*P*<0.05）。

58 日龄，各组之间活体重、屠体率、半净膛率、全净膛率、腿肌率和皮脂率均无显著差异（*P*＞0.05）；对照组的胸肌率比 2 组、3 组分别降低了 15.73%和 14.29%，差异显著（*P*<0.05），2 组的胸肌率与 3 组差异不显著（*P*＞0.05）。

表 4 饲粮中添加绿狐尾藻对临武鸭屠宰性能的影响

Table 4 Effects of dietary *Myriophyllum quitense* on slaughter performance of *Linwu* ducks

项目	44 日龄 44 days of age			58 日龄 58 days of age		
Items	1 组 Group 1	2 组 Group 2	3 组 Group 3	1 组 Group 1	2 组 Group 2	3 组 Group 3
活体重 Body weight/g	1 231.88±210.39	1 247.5±202.57	1 305±70.53	1 543.75±86.77	1 498.13±153.35	1 510.63±93.21
屠体率 Dressed rate/%	85.01±3.28	87.34±7.26	83.05±2.86	88.69±4.43	86.09±2.25	87.23±2.37
半净膛率 Half-eviscerated yield rate/%	77.19±6.44	77.50±5.73	73.96±3.75	81.06±1.39	80.31±1.97	80.64±1.64
全净膛率 Eviscerated yield rate/%	57.65±4.41	62.99±8.17	57.73±2.91	64.66±0.88	63.83±2.00	63.87±1.61

胸肌率 Breast muscle rate/%	4.41±1.08[b]	5.60±0.95[a]	5.70±0.69[a]	11.76±1.26[b]	13.44±2.20[a]	13.61±1.00[a]
腿肌率 Leg muscle rate/%	15.57±2.79	14.22±1.32	14.22±1.34	10.74±0.78	11.14±0.68	10.93±1.00
皮脂率 subcutaneous fat rate/%	25.74±2.76	26.65±1.73	25.90±2.34	22.34±1.72	19.15±5.21	19.29±1.60

2.3 饲粮中添加绿狐尾藻对临武鸭免疫器官指数的影响

由表 5 可知，44 日龄，各组胸腺指数、脾脏指数和法氏囊指数均无显著差异（$P>0.05$）。58 日龄，3 组的法氏囊指数与对照组相比提高了 46.72%，差异显著（$P<0.05$），2 组的法氏囊指数与对照组相比提高了 26.17%，差异不显著（$P>0.05$）；3 组的脾脏指数与 2 组、对照组相比分别提高了 16.67%和 27.27%，差异显著（$P<0.05$），2 组的脾脏指数与对照组差异不显著（$P>0.05$）；各组胸腺指数无显著差异（$P>0.05$）。

表 5　饲粮中添加绿狐尾藻对临武鸭免疫器官指数的影响

Table 5　Effects of dietary *Myriophyllum quitense* on immune organ index of *Linwu* ducks

项目 Items	44 日龄 44 days of age			58 日龄 58 days of age		
	1 组 Group 1	2 组 Group 2	3 组 Group 3	1 组 Group 1	2 组 Group 2	3 组 Group 3
法氏囊指数 Bursa of Fabricius index	1.56±0.47	1.50±0.33	1.73±0.58	1.07±0.30[b]	1.35±0.22[ab]	1.57±0.11[a]
脾脏指数 Spleen index	0.77±0.16	0.85±0.20	0.84±0.14	0.77±0.14[b]	0.84±1.16[b]	0.98±0.31[a]
胸腺指数 Thymus index	3.56±1.05	3.74±1.34	4.18±1.48	3.15±1.32	3.67±0.73	3.19±8.58

3 讨　论

3.1 饲粮中添加绿狐尾藻对临武鸭生长性能的影响

绿狐尾藻的营养成分分析表明，其营养价值比较高，氨基酸组成相对均衡，粗蛋白质含量介于能量型饲料和蛋白质型饲料之间，但粗纤维含量比较高。临武鸭是湖南省临武县特产，中国地理标志产品，中国八大名鸭之一，早期生长速度慢[6]。鸭具有其自身的消化生理特点，消化道容积大，有相对发达的肌胃和盲肠，对饲粮中纤维物质的利用率高[7-8]，而且高纤维饲粮还会减少脂肪沉积。史莹华等[9]研究表明，四川白鹅采食含 10%的苜蓿草粉饲粮表现出了较高的生长性能。何平等[10]的试验认为，21～63 日龄临武鸭网上平养密度以 3～ 5 只／m ^{2} 为宜，本试验与之相比，平均日增重、平均日采食量都有所提高，这是由于本试验饲粮的营养水平高于何平等[10]的饲粮营养水平。夏素银等[11]认为，在蛋鸡饲粮中添加苜蓿草粉和纤维素酶可提高饲粮利用率。绿狐尾藻在富含氮磷的水体中生长迅速，对环境中氮的吸收能力强。绿狐尾藻产量大，在适宜的湿地环境下年产干草可达到 45~90 t/hm ^{2}[3]。本试验结果表明，绿狐尾藻对临武鸭平均日采食量的影响随添加水平的增高而增加，对平均日增重而言随添加水平的增高而降低，但 10%绿狐尾藻组与对照组无显著差异。由于绿狐尾藻生长速度快、产量大、成本低，因此，在肉鸭饲粮中添加 10%绿狐尾藻可以提高肉鸭的生长性能，减少饲料成本。

3.2 饲粮中添加绿狐尾藻对临武鸭屠宰性能的影响

临武鸭是湖南地方性品种，在湖南山区还有放牧的传统，临武鸭活动量大，腿肌比较发达。李娇等[12]的试验表明，在饲粮中添加 4%的水草对肉鸭的屠宰性能影响最小，梁天义等[13]的结果表明,在樱桃谷肉鸭饲粮中添加 4%的草粉对樱桃谷肉鸭屠宰性能影响不大，但随着草粉的添加量的增加，半净膛率、净膛率会有所下降。这可能是受植物中的粗纤维的影响。占今舜等[14]试验表明，饲粮中添加适量的黑麦草能提高扬州鹅的屠宰性能。通过屠宰试验结果表明，44 日龄，饲粮添加 10%的绿狐尾藻可以提高临武鸭的屠宰率，且胸肌率显著高于对照组；58 日龄，各组之间**活体重、屠体率、半净膛率、全净膛率、腿肌率和皮脂率**没有显著差异，但对照组屠体率、半净膛率和全净膛率高于 10%和 20%绿狐尾藻组，而 10%和 20%绿狐尾藻组胸肌率显著高于对照组。试验结果与陈登科等[15]的试验结果相比，屠体率无明显差异，但全净膛率、半净膛率、腿肌率和胸肌率有所增加，皮脂率有所下降。因此在实际生产应用中，绿狐尾藻在肉鸭饲粮中的添加水平以 10%为宜。

3.3 饲粮中添加绿狐尾藻对临武鸭免疫器官指数的影响

免疫器官的脏体系数是衡量机体免疫功能的初步观察指标，胸腺与脾脏为体内主要的免疫器官。Rivas 等[16]认为，胸腺、脾脏及法氏囊的器官指数可用于评价雏鸡的免疫状态，这

些免疫器官的绝对重量和相对重量越大，说明机体的细胞免疫和体液免疫机能越强。马得莹等[17]也认为动物免疫器官重量的增加是由其自身细胞生长发育和分裂增殖所致，重量增加表明机体的免疫机能提高，重量减少表明机体免疫状况变差。魏铁男等[18]研究表明，菊粉可以促进肉仔鸡的生长性能和提高免疫器官指数，唐胜球等[19]试验表明，饲粮添加 5%的松针粉可以提高铁脚麻鸡的胸腺指数和法氏囊指数，促进免疫细胞的增殖和分化，对肉鸡的免疫器官指数有一定的上调功能。而在肉鸭生产中，人工选育的大型肉鸭抗逆表现往往不如地方鸭种，李乐[20]研究结果表明，建昌鸭的免疫器官指数高于大型肉鸭，免疫抗病能力也比人工选育的大型肉鸭强，本试验与之相比各项指标均高于大型肉鸭。本试验结果表明，随着绿狐尾藻的添加水平的增加免疫器官指数有所提高，表明绿狐尾藻可以在一定程度上促进免疫器官的发育，但其机理尚未明确，有待进一步探讨。

4 结 论

临武鸭饲粮中添加 10%的绿狐尾藻对生长性能、屠宰性能和免疫器官指数无明显影响，同时可以降低饲料成本。

参考文献：

[1]贾一非,袁涛,马映东.狐尾藻对园林水景污染水体的净化作用[J].西北林学院学报,2015,30(6):250–254.

[2]张树楠,肖润林,刘锋,等.生态沟渠对氮、磷污染物的拦截效应[J].环境科学,2015,36(12):4516–4522.

[3] 吴飞,姚康,刘峰.绿狐尾藻作为饲料原料的应用价值[C].长沙:中国工程科技论坛-动物营养与养殖环境控制论坛,2015:151–156.

[4] 杨宁.家禽生产学[M].北京:中国农业出版社,2002:289–292.

[5] 明道绪.生物统计附试验设计[M].北京:中国农业出版社,2001:112–114.

[6] 陈元发.临武鸭[J].湖南农业,2002(3):21.

[7] SCHUBERT R,RICHTER G,GRUHU K.Comparative investigation of the digestive performance of Cairina and Pekin ducks and laying hens[J].Archiv für Tierernahrung,1982,32:531–537.

[8]MOHAMED K,LARBIER M,LECLERCQ B.A comparative study of the digestibility of soyabean and cottonseed meal amino acids in domestic chicks and muscovy ducklings[J].Annales

de Zootech,1986,35(1):79–86.

[9]史莹华,王成章,姚惠霞,等.不同类型粗纤维饲料对四川白鹅生产性能的影响[J].动物营养学报,2010,22(6):1752–1756.

[10]何平,刘增再,戴求仲,等.网上平养密度对 21~63 日龄临武鸭生长性能的影响[J].家畜生态学报,2016,37(4):51–53,58.

[11]夏素银,王成章,詹发柏,等.苜蓿草粉和纤维素酶对蛋鸡脂质代谢、抗氧化能力及肠道菌群的影响[J].动物营养学报,2011,23(11):1991–1999.

[12] 李姣,杨晓虹,范春鹤,等.肉鸭日粮添加不同比例水草对其屠宰性能的影响[J].内蒙古农业科技,2008(2):62–64.

[13]梁天义,乌仁图娜勒,李姣,等.添加不同比例草粉的日粮对樱桃谷肉鸭屠宰性能的影响[J].中国农学通报,2010,26(10):21–24.

[14]占今舜,夏晨,赵国琦,等.黑麦草颗粒饲粮对扬州鹅生长性能、屠宰性能和血清生化指标的影响[J].动物营养学报,2014,26(5):1333–1339.

[15] 陈登科,李丽立,许波,等.临武鸭生产性能与肉质特性的研究[J].家畜生态学报,2008,29(4):25–28.

[16] RIVAS A,FABRICANT J.Indications of immunodepression in chickens infected with various strains of Marek's disease virus[J].Avian Diseases,1985,32:1–8.

[17]马得莹,单安山,李群道.中草药添加剂对蛋雏鸡生长性能和免疫功能的影响[J].动物营养学报,2004,16(2):36–40.

[18]魏铁男,黄倩倩,吕亚军,等.菊粉对肉仔鸡生长性能、免疫器官指数及抗氧化指标的影响[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2013,41(11):13–18.

[19]唐胜球,董小英.松针粉对铁脚麻鸡免疫器官指数的影响[J].中国饲料,2009(6):42–44.

[20]李乐.建昌鸭与大型肉鸭免疫器官的发育特性研究[D].博士学位论文.雅安:四川农业大学,2013.

Effects of Dietary *Myriophyllum quitense* on Growth Performance, Slaughter Performance and Immune Organ Index of *Linwu* Ducks

HUANG Ke[1,2] LI Lili[1*] XIAO Runlin[1] SHENG Liangxue[1] WANG Shengping[3] CHENG

Qinghua[2*] ZENG Guanjun[1]

（1. *Changsha Research Station for Agricultural Environmental Monitoring, Institute of Subtropical Agriculture, Chinese Academy of Sciences, Key Laboratory for Agro-Ecological Processes in Subtropical Region, Institute of Subtropical Agriculture, Chinese Academy of Sciences, Changsha* 410125, *China*; 2. *College of Animal Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha* 410128, *China*; 3.*Hunan Province Microbiology Institute, Changsha* 410009, *China*）

Abstract: This study was conducted to investigate the effects of dietary *Myriophyllum quitense* on growth performance, slaughter performance and immune organ index of *Linwu* ducks, and to find the suitable supplemental level of *Myriophyllum quitense* in *Linwu* ducks diet. A total of 480 thirty-day-old *Linwu* ducks with similar body weight were randomly divided into three groups with four replicates per group and forty ducks per replicate. Ducks in group 1 (control group) fed a basal diet, and the others in the groups 2 and 3 were fed the experimental diets which contained 10% and 20% *Myriophyllum quitense*, respectively. The experiment lasted for 28 days. Ducks were killed at day 44 and 58 days of age to investigate body weight, carcass rate, half-eviscerated rate, eviscerated rate, breast muscle rate, leg muscle rate, subcutaneous fat rate and immune organ index. The results showed as follows: 1) at 30 to 44 days of age and 45 to 58 days of age, the average daily gain, average daily feed intake and ratio of feed to gain of group 3 were significantly higher than those of group 2 and control group (P<0.05), and there were no significant difference between group 2 and control group (P＞0.05). 2） At 44 and 58 days of age, there were no significant difference on body weight, carcass rate, half-eviscerated rate, eviscerated rate, leg muscle rate and subcutaneous fat rate among all groups (P＞0.05), the breast muscle rate of groups 2 and 3 was significantly higher than that of control group (P<0.05). 3) At 44 days of age, there were no significant difference on thymus index, spleen index and bursa of Fabricius index among all groups (P＞0.05). At 58 days of age, the bursa of Fabricius index of group 3 was significantly higher than that of control group (P<0.05), the spleen index of group 3 was significantly higher than that of control group and group 2 (P<0.05), there were no significant difference on thymus index among all groups (P＞0.05). In conclusion, dietary supplemented with 10% *Myriophyllum quitense* has no obvious effect on growth performance, slaughter performance, and immune organ index of *Linwu* ducks.

Key words: *Myriophyllum quitense*; *Linwu* ducks; growth performance; slaughter performance; immune organ index

*Corresponding authors: LI Lili, professor, E-mail: lili@isa.ac.cn; CHENG Qinghua, associate professor, E-mail: chqh314@163. com （责任编辑　武海龙）